

АВТОМОБІЛІ ТА ТРАКТОРИ

УДК 629.114.5:621.43.004.15

А. М. АНДРІЄНКО, канд. техн. наук (м. Львів)

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОРОЖНІХ ВИПРОБУВАНЬ ЩОДО ОЦІНКИ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ПОВНОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛІВ НА РІЗНИХ ТИПАХ ДОРІГ

У статті розглянута методика проведення дорожніх випробувань щодо оцінки паливної економічності повнопривідних автомобілів, що враховує їх експлуатацію в умовах різнотипних доріг та бездоріжжя.

In the article there is the considered method of conducting of road tests in relation to estimation of fuel economy of full power cars, that takes into account their exploitation in the conditions of variety of roads and lack of roads.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Аналіз існуючої нормативної бази для формування лінійних норм витрат палива автомобілів свідчить, що при проектуванні військових автомобілів в системі Міністерства оборони СРСР питома частка сумарного пробігу по асфальтобетонних дорогах I категорії приймалась на рівні 25%. Для порівняння: у США ця питома частка становила 56%, тобто від 40% до 70% сумарного пробігу військових повнопривідних автомобілів припадало на інші типи доріг (грунтові, піщані, гравійні, пересічену місцевість тощо) [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. На Україні з часів колишнього СРСР була відсутня відповідна експериментальна база для проведення таких досліджень. В Росії дослідження такого типу проводяться на випробувальному центрі, розташованому в місті Бронніца. З метою усунення цього недоліку в рамках співпраці між ВАТ „Укравтобустром”, ДП ВЦ „Укравтотест” як головної наукової організації Міністерства промислової політики України, кафедрою автомобільної техніки Львівського інституту Сухопутних військ та кафедрою автомобілебудування Національного університету „Львівська політехніка” був сформований колектив авторів для проведення відповідних дорожніх випробувань.

Формування цілей статті (постановка завдання). Ціль статті полягає у створенні методики проведення дорожніх випробувань щодо оцінки паливної економічності повнопривідних автомобілів, що враховує їх експлуатацію в умовах різнотипних доріг та бездоріжжя.

Виклад основного матеріалу дослідження. Колективом авторів на 232 Яворівському загальновійськовому полігоні відповідним чином були підібрані типові ділянки доріг:

гравійна в доброму стані з орієнтовним початковим значенням коефіцієнту опору коченню шин $f_0 = 0,020$ і коефіцієнтом нерівності $S_H = 200$ (згідно методики [2]) загальною протяжністю 3000 м;

вкатана піщана дорога (супісок) у сухому і мокрому станах з $f_0 \approx 0,035-0,055$ відповідно, $S_H = 400-600$, загальною протяжністю 570 м з повздовжнім нахилом (підйом/спуск на зворотному проїзді) 20° протяжністю 70 м;

трав'яне покриття на малопересіченій місцевості протяжністю 300 м з локальними нахилами 20° з $f_0 \approx 0,075$ і $S_H = 800-1000$;

асфальтована у задовільному стані (як середньостатистична для міжобласних доріг і доріг місцевого сполучення) протяжністю 2000 м з орієнтовними значеннями $f_0 \approx 0,015$ і $S_H = 100$ (як базова для порівняльної оцінки).

Враховуючи ефект пробуксовування ведучих коліс на деформованих поверхнях доріг [3] та вплив мікропрофілю для коректного вимірювання фактичної швидкості руху автомобіля і пройденого шляху, застосовано спеціальний вимірювальний комплекс, що базується на безконтактній оцінці швидкості і шляху на базі доплерівського радіолокаційного датчика [4].

Як свідчать результати попередніх випробувань, метод традиційного „п'ятого колеса” не забезпечує достатньої точності вимірювань і практично не може застосовуватись на дорогах з деформованим профілем [5]. Застосований автоматизований контрольно-випробувальний комплекс (АКВК) внаслідок використання системи доплерівського радіолокаційного датчика з двома приймально-передаючими антенами, діаграми симетричності яких розташовані під кутом 90° і спрямовані вперед-назад під кутом 45° відносно полотна дороги, значно зменшує похибку оцінки параметрів руху за рахунок повздовжніх коливань автомобіля в процесі руху. Крім цього, за рахунок роботи датчика в тій частині міліметрового діапазону хвиль, в якій згасання в приземному шарі атмосфери досягає максимуму (60 ГГц), що забезпечує високу завадостійкість і електромагнітну сумісність роботи, відносна похибка вимірювань не перевищує 0,1% в діапазоні швидкостей руху від 1 до 250 км/год та в діапазоні температури довкілля від -40°C до $+40^\circ\text{C}$ на всіх типах доріг та бездоріжжі.

Вимірювання пройденого шляху, швидкості, прискорення (сповільнення), часу, витрати палива (від витратоміра) здійснюється імпульсним методом з використанням уніфікованого цифрового вимірювача на основі однокристального мікроконтролера, що забезпечує обробку

інформації від різнотипних датчиків. Наявність портативного комп'ютера дозволяє оперативно здійснювати не лише реєстрацію отриманої інформації, але й оперативну обробку і графічне відображення отриманих результатів в реальному масштабі часу як у табличному, так і в графічному вигляді для всіх досліджуваних режимів.

В основу методики проведення дорожніх випробувань з оцінки реальних витрат палива повнопривідними автомобілями були закладені принципи трифакторного планування експерименту [6], що передбачало насамперед експериментальну оцінку лінійної витрати палива Q_s (л/100 км) для найбільш характерних умов руху з наступною оцінкою адекватності результатів комп'ютерного моделювання в рамках багатфакторного дослідження. З цієї точки зору, враховуючи практично лінійний вплив зміни завантаження автомобіля на витрату палива [6], акцент зроблено на експериментальну оцінку нелінійних залежностей Q_s від швидкості руху V_a та типу і стану дорожнього покриття (коефіцієнта сумарного опору рухові Ψ). Однак, при цьому слід зазначити, що традиційна для асфальтобетонних покриттів експериментальна оцінка фактичного значення $\Psi(f_0)$ для конкретної дороги шляхом замірювання шляху вибігу S_e автомобіля з певної початкової швидкості V_{a0} є значно менш інформативною для доріг з деформованими поверхнями. Вона не враховує у веденому режимі роботи шин додатковий опір і витрати потужності внаслідок пробуксовування ведучих коліс f_6 (останні залежать у свою чергу від підведеного в зону контакту шини з дорогою крутного моменту), а також змінний вплив витрат від коливань f_H , обумовлених нерівностями дороги, що теж залежить від швидкості руху.

Як об'єкти досліджень були відібрані два типові для сучасних військ повнопривідні автомобілі: важкий джип M998 Hummer (моделі даного типу становлять до 50% автопарку сучасних військових формувань), та трьохосний 6×6 вантажний автомобіль КамАЗ-4310 (споряджена маса і водій та 2 випробувачі).

Результати випробувань наведені в табл. 1 і 2, при цьому свідомо швидкість руху V_a задавалась за показником спідометра як база для оцінки і нормування витрати Q_s в реальній експлуатації.

Слід зазначити, що на піщаній сухій дорозі, враховуючи наявність підйому (пуску), заміри проводились у двох напрямках руху. Додаткова різниця в фактичній швидкості руху обумовлена відповідною різницею в пробуксовуванні ведучих коліс на підйомі і спуску.

Таблиця 1.

Результати дорожніх випробувань повнопривідного автомобіля КамАЗ-4310

Типи дороги	Довжина а S, м	V_a , км/год спідом.	V_ϕ , км/год прилад	Q_S , л/100 км	Включена передача
Асфальт	1700	20	19,4	35,2	3
	2000	40	35,12	29,45	4
	2000	60	54,6	28,55	5
Піщана суха: - з підйомом - зі спуском - середнє	570	20	19,17	72,8	3
		20	19,5	48,07	3
		20	19,33	60,4	
- з підйомом - зі спуском - середнє	570	30	26,6	63,7	4
		30	27,7	54,0	
		30	27,05	58,8	
Трав'яне покриття Профіль, близький до рівного	300	20	16,1	82,66	2
		30	26,5	78,2	3

Таблиця 2.

Результати дорожніх випробувань повнопривідного автомобіля Hummer M998
A2

Типи дороги	Довжина S, м	V_a , км/год спідом.	V_ϕ , км/год прилад	Q_S , л/100 км	Включена передача
Асфальт	1000	20	22,4	24,2	2
		40	40,9	20,6	3
		60	60,3	27,1	3
Гравійна	2400	20	22,4	28,5	2
		30	30,9	32,0	3
		40	40,8	30,1	3
		50	50,5	33,4	3
Піщана суха	570	20	21,8	36,7	2
		30	30,4	40,2	3
		40	40,6	42,1	3
Трав'яне покриття. Профіль, близький до рівного	300	20	21,2	48,6	2
		30	30,7	52,0	2

Паливно-економічну характеристику усталеного руху автомобілів у спорядженому стані представлено відповідно на рис. 1 і 2.

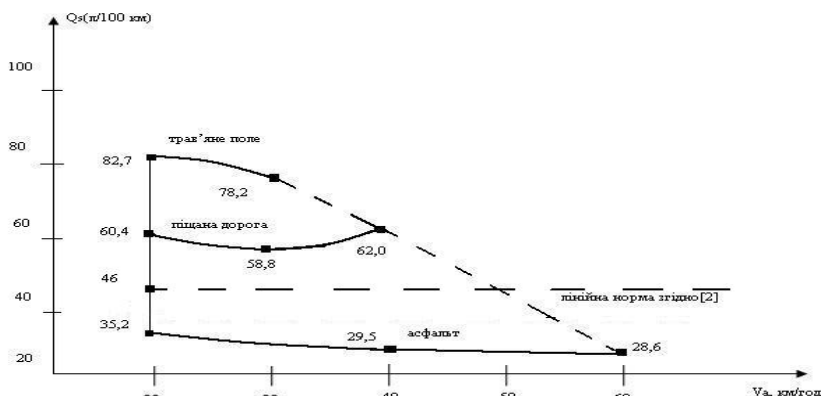


Рисунок 1 - Універсальна паливно-швидкісна характеристика автомобіля КамАЗ-4310 (вага 8 т) для різних типів доріг

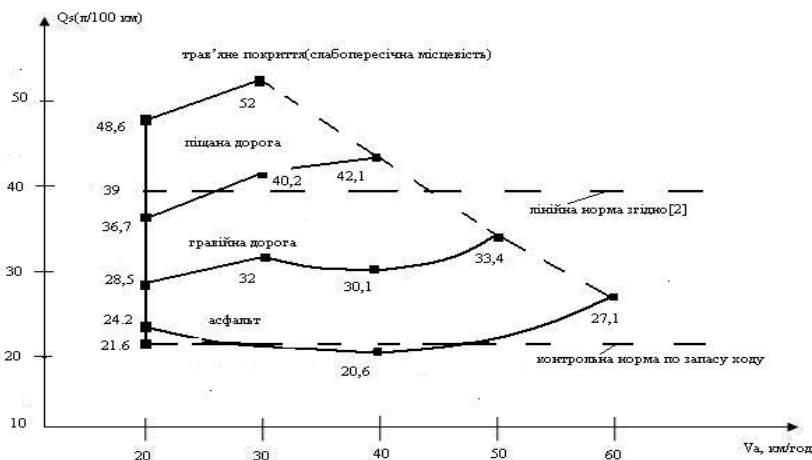


Рисунок 2 – Універсальна паливно-швидкісна характеристика автомобіля M998 A2 Hummer (вага 3 т) для різних типів доріг

Висновки з даного дослідження і перспективи подальшого розвитку в даному напрямку. Таким чином, аналіз отриманих експериментальних даних дає змогу стверджувати, що:

існуючі лінійні норми витрати палива Q_s (л/100 км) зорієнтовані на використання автомобілів на асфальтобетонних дорогах I категорії;

при експлуатації повнопривідних автомобілів на дорогах з деформованою поверхнею лінійна витрата палива зростає в 1,5-1,7 рази при русі на піщаних сухих дорогах та в 2,0-2,4 рази при русі по трав'яному сухому полі з невеликими укладами;

збільшення опору рухові, у тому числі за рахунок збільшення коефіцієнту нерівності мікропрофілю S_H і відповідних додаткових втрат внаслідок коливань при русі на гравійних дорогах обумовлює зростання лінійної витрати палива Q_s в 1,2-1,4 рази в усьому діапазоні швидкостей у порівнянні з рухом по асфальтобетонних дорогах;

практично для всіх типів доріг характерний нелінійний взаємозв'язок Q_s зі швидкістю руху, де окрім відповідної зміни сумарного опору рухові, суттєвий вплив має відповідний підбір передатних чисел трансмісії та нелінійні залежності питомої витрати палива від частоти обертання колінчастого вала двигуна.

Отже, автомобіль КамАЗ-4310 у цьому плані має більш виражені характеристики транспортного автомобіля, що очевидно, обумовлено уніфікацією з базовою моделлю КамАЗ (6×4), а М998 А2 Hummer – явний ухил формування кінематики силового приводу як позашляховика зі зміщенням швидкості руху з найменшою витратою палива в 40-50 км/год.

Слід зазначити, що по мірі ускладнення руху на дорогах без твердого покриття суттєво зменшується нелінійний вплив швидкості руху на витрату палива в діапазоні швидкостей, обмежених сприйнятою комфортністю руху.

Список літератури: 1. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Друга редакція. К.: Державтотранс НДІ проект, 2004. – 72 с. 2. *Говорущенко Н.Я.* Вопросы теории эксплуатации автомобилей на дорогах с различной степенью ровности покрытий. – Харьков: Издательство Харьковского Государственного Университета, 1964. – 34 с. 3. *Кошарный Н.Ф.* Техничко-эксплуатационные свойства автомобилей высокой проходимости. – Киев: Вища школа, 1981. – 208 с. 4. *Бударецкий Ю.И.* Автомобильный доплеровский радиолокацион-ный измеритель параметров движения наземных транспортных средств // Труды 12-й Крымской международной конференции “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”. – Севастополь. – 2002. – С. 713-715. 5. *Аксёнов П.В.* Многоосевые автомобили. Издание второе. – М.: Машиностроение, 1989. – 280 с. 6. *Румишзский Л.З.* Математическая обработка результатов эксперимента. Справочное руководство. – М.: Высшая школа, 1971. – 192 с.

Надійшла до редколегії 21.08.2009